

氏名 魏 曉 慧

授与した学位 博 士

専攻分野の名称 理 学

学位授与番号 博甲第2337号

学位授与の日付 平成14年 3月25日

学位授与の要件 自然科学研究科物質科学専攻

(学位規則第4条第1項該当)

学位論文の題目 Fe-Niインパーメカニカルアロイの磁性の研究

論文審査委員 教授 小野 文久 教授 山崎比登志 教授 安福 精一

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

仕込み組成比 Fe-32.5at%Ni, Fe-35at%Ni, Fe-37at%Ni の三種類の MA インパー合金 (キュリー点分析による比はそれぞれ 30.9, 32.4, 33.4) について、常温 2 軸 X 線回折実験、高精度の磁化測定、交流磁化率の測定、高压低温下の交流磁化率の測定などを系統的に行った。

すべての試料の磁化測定について、Arrott プロットは弱い強磁性あるいは分子場理論で表されるような完全な直線にはなっていない。キュリー点 T_c より低い温度では上向きに凸の曲線に、 T_c より高い場合には下向きに凸の曲線になっている。熱処理温度の上昇に伴って、これらの曲線は平行に近づいていく結果が得られた。この傾向は組成分布のゆらぎに関係すると考えられる。Yamada らの組成分布の空間ゆらぎのモデルに基づく理論計算を行い、実験結果が定性的に説明できることがわかった。また、組成の広がりをガウス分布に従うとして、分布の広がりに対する T_c の計算を試みた。その結果、得られた T_c は一端下がってその後上昇する傾向を示し、実験値をよく説明できた。

一方、Fe-32.4at%Ni、Fe-30.9at%Ni の 600℃で熱処理した試料については Arrott プロットが T_c を超えても原点を通っていない結果が出た。この場合、試料中に 2 つの相が存在するとして分子場理論を用いてアロットプロットの関係の計算を行った。これにより実験結果がよく再現できた。

さらに、 T_c の圧力効果を調べるために高压下の磁化率を測定した。1.5GPa までの圧力で T_c は直線的に減少した、また、熱処理温度を上げると T_c の圧力効果が大きくなることがわかった。組成のゆらぎをガウス分布で考え、熱処理によって組成分布が狭くなるとして bulk Fe-Ni インパー合金の dT_c/dP の Ni 濃度依存性を用いて各組成の分布に対する理論値を求めた。組成分布の広い方が圧力効果が小さいことがよく説明できた。

論文審査結果の要旨

Fe-Niインバー合金が示す熱膨張異常などのインバー異常は、その本質が遷移金属強磁性の起因と密接に関係していることから、これまでに多くの研究がなされている。さらにこの合金には組成のゆらぎが存在し、その磁性に影響を及ぼしていることが指摘されている。しかし、人工的に組成のゆらぎを変化させる実験はこれまであまり行われていない。

本研究は通常の溶解法とは全く異なった合金作成法である、メカニカルアロイング法を用いてインバー合金を作成し、幅広い組成のゆらぎを実現することによって、組成のゆらぎが磁性に及ぼす影響を直接的に明らかにすることを目的としている。ミリング後および400～1100℃の範囲で1時間熱処理を加えた試料についてX線回折、磁化測定、高圧下の交流磁化率測定などを系統的に行っている。500℃以上、1時間の熱処理によりfcc単相が得られ、これらの試料の磁化測定について、Arrottプロットは直線にはならず、キュリー点 T_c より低い温度では上に凸、高い温度では下に凸の曲線になっていることを示した。この傾向は熱処理温度が低い場合に著しく、組成のゆらぎに起因していると考え、Yamadaらの組成分布の空間ゆらぎのモデルに基づく理論計算を行い、実験結果が定性的に説明できることを示している。また、Arrottプロットから求めた T_c は熱処理温度が800℃の時に極小値を示すことを見いだしている。組成の広がりをガウス分布に従うとして、分布の広がりに対する T_c の計算を試み、 T_c が一旦下がってその後上昇する傾向を示し、実験結果をよく説明すると同時に、熱処理温度と組成分布の広がりとを対応させている。さらに高圧下の磁化率を測定し、熱処理温度を上げると T_c の圧力効果が大きくなることを見つけている。この現象についても組成のゆらぎをガウス分布で考え、熱処理温度を上げ組成分布を狭くすると T_c の圧力効果が小さくなることをよく説明している。

本論文の内容、参考論文および最終試験を含めて審査した結果、本論文は博士（理学）の学位に値するものと認められる。